



Teknologi Perbanyak Beberapa Isolat Cendawan Antagonis *Trichoderma* spp. Melalui Pengembangan Metode Inokulasi dan Pemanfaatan Limbah Jagung

Propagation Technology of Several Antagonistic Fungus Isolates of Trichoderma spp. Through Development of Inoculation Method and Utilization of Corn Waste

Author(s): Dyah Nuning Erawati^{1*}; Pasha Nur Aziza¹; Usken Fisdiana¹; Ramadhan Taufika¹; Anggi Arsy Purwandarini²

⁽¹⁾ Politeknik Negeri Jember ⁽²⁾ Universitas Jember

*Corresponding author: dyah_nuning_e@polije.ac.id

Submitted: 30 Jan 2025

Accepted: 23 Mar 2025

Published: 31 Mar 2025

ABSTRAK

Trichoderma spp. adalah mikroba tanah yang memiliki kemampuan antagonis yang tinggi terhadap patogen tanaman. Karakteristik spesifik isolat *Trichoderma* sangat bergantung pada jenis inang dan lokasi asal isolat sehingga memerlukan metode perbanyakan massal yang efektif untuk menjaga ketersediaan inokulum di lapang. Tongkol jagung dapat dimanfaatkan sebagai media tanam *Trichoderma* spp. karena mengandung kandungan nutrisi yang cukup untuk mendukung pertumbuhannya serta dapat mengurangi limbah pasca panen jagung. Penelitian bertujuan untuk a) menganalisis pengaruh asal isolat *Trichoderma* spp. terhadap pertumbuhan dan produksi konidia, b) menganalisis metode inokulasi terhadap pertumbuhan dan produksi konidia *Trichoderma* spp., c) menganalisis interaksi antara asal isolat *Trichoderma* spp. dan metode inokulasi terhadap potensi pertumbuhan dan produksi konidia yang paling optimal. Kegiatan dilakukan pada bulan Juni – November 2024 dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial yang terdiri atas 2 faktor. Faktor pertama adalah asal isolat *Trichoderma* spp. dan faktor kedua adalah metode inokulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) Asal isolat *Trichoderma* spp. yang diperbanyak secara massal berpengaruh terhadap produksi konidia dengan kerapatan konidia tertinggi terdapat pada isolat yang diisolasi dari tanah kebun kopi Laboratorium Puslit Kopi dan Kakao Jember dengan nilai rata-rata 1.74×10^9 konidia/ml pada 14 hsi; 2) Metode inokulasi *Trichoderma* spp. yang diperbanyak secara massal berpengaruh terhadap produksi konidia dengan kerapatan konidia tertinggi terdapat pada metode tusuk dengan 1.28×10^9 konidia/ml pada 14 hsi; 3) Interaksi antara asal isolat *Trichoderma* spp. dengan metode inokulasi yang diperbanyak secara massal berpengaruh terhadap pertumbuhan yang mencapai kisaran pertumbuhan koloni 69% - 99% pada 42 hsi.

Kata Kunci:

Inokulasi;
Isolasi;
Metode;
Perbanyakan;
Trichoderma

ABSTRACT

Keywords: *Trichoderma* spp. are soil microbes that have high antagonistic abilities against plant pathogens. The specific characteristics of *Trichoderma* isolates are highly dependent on the type of host and the location thus requiring an effective mass propagation method to maintain the availability of inoculum in the field. Corn cobs can be used as a growing medium and reduce post-harvest corn waste. The research aims to a) analyze the influence of *Trichoderma* spp. isolates on the growth and production of conidia, b) analyze the inoculation method on the growth and production of conidia, c) analyze the interaction between the *Trichoderma* spp. isolates and the inoculation method on the potential for optimal growth and production of conidia. The activity was carried out in June - November 2024 using a Completely Randomized Design (CRD) Factorial consisting of 2 factors. The first factor is the *Trichoderma* spp. isolates and the second factor is the inoculation method. The research results : 1) *Trichoderma* spp. isolates had an effect on conidia production with the highest conidia density in isolate from the Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute Laboratory with an average of 1.74×10^9 conidia/ml at 14 days later; 2) The inoculation method of *Trichoderma* spp. affects conidia production with the highest conidia density in the stab method with 1.28×10^9 conidia/ml at 14 days alter; 3) The interaction between the *Trichoderma* spp. isolates and inoculation method had an effect on growth which reached range of 69% - 99% at 42 days later.

PENDAHULUAN

Cendawan *Trichoderma* spp. adalah mikroorganisme bersifat saprofit yang mendapatkan nutrisi dari bahan organik di tanah dan secara alami menyerang cendawan patogen. Cendawan *Trichoderma* spp. adalah salah satu jenis cendawan yang dapat digunakan sebagai agen hayati untuk mengendalikan patogen tanah karena dapat ditemukan hampir di semua jenis tanah dan di berbagai lingkungan. Cendawan ini berkembang biak dengan cepat di perakaran tanaman (Gusnawaty et al., 2014). Beberapa jenis jamur *Trichoderma* spp. yang telah dilaporkan mampu berasosiasi luas dengan berbagai tanaman pertanian dan sebagai agen hayati antara lain *T. harzianum*, *T. viride*, *T. reesei*, *T. konigii*, dan *T. asperellum* (Wijaya et al., 2022). Spesies *Trichoderma* sekarang terbagi lagi menjadi sembilan spesies, yang berbeda satu sama lain terutama berdasarkan pola percabangan konidiofor dan bentuk konidiumnya. Ciri-ciri mikroskopisnya dan koloni hijau adalah ciri khas *Trichoderma* (Sharma et al., 2019). Cendawan *Trichoderma* terdiri dari hifa bersekat berukuran 1,5–12 µm dan percabangan hifa membentuk sudut siku pada cabang utama. Konidium memiliki dinding yang halus dan berukuran bulat (2,8-3,2) x (2,5-2,8) µm. Bentuknya agak bulat sampai bulat telur pendek. Konidiofor bercabang mendukung fialid, yang berjumlah 3 atau lebih secara bergerombol dan dapat hidup baik secara saprofit maupun parasit pada jamur lain.

Trichoderma memiliki sifat antagonis yang tinggi terhadap patogen tanaman budidaya dan mekanisme pengendaliannya yang spesifik terhadap target patogen tertentu. *Trichoderma* spp. sebagai agen hayati melakukan mekanisme mikoparasitisme dengan menghasilkan enzim ekstraseluler seperti kitinase dan β 1,3-glukanase untuk merusak dinding sel jamur patogen dan digunakan sebagai

sumber makanan. Jika hifa *Trichoderma* menempel pada dan melilit hifa jamur inang, hifa inang akan mengalami vakoulasi, lisis, dan akhirnya hancur. *Trichoderma* memasuki dinding sel inang dengan menggunakan enzim yang menghancurkan dinding sel seperti protease, kitinase, glukonase, dan menggunakan hifa inang sebagai sumber makanan (Berlian et al., 2013).

Mekanisme setiap spesies *Trichoderma* mempunyai kemampuan menghambat proses pertumbuhan patogen yang bervariasi. Mekanisme yang digunakan *Trichoderma* untuk menginduksi resistensi terhadap stres biotik dan abiotik adalah melalui pelepasan langsung senyawa kimia tertentu, antibiotik, enzim litik, dan hormon, atau secara tidak langsung dengan bersaing untuk mendapatkan ceruk atau nutrisi dan menginduksi resistensi sistemik (ISR) (Yao et al., 2023). Terjadinya perbedaan kemampuan disebabkan karena beberapa faktor seperti ekologi yang bisa membuat produksi bahan suatu metabolit yang bervariasi pula. Isolat *Trichoderma* spp. yang diisolasi dari lokasi yang berbeda – beda kemungkinan besar terdapat karakteristik sifat pengendali hayati yang spesifik pada masing - masing asal lokasi isolat tersebut. Perbedaan inilah yang dapat menyebabkan perbedaan efektivitas asal isolat *Trichoderma* dapat mempengaruhi penekanan cendawan patogen. Menurut Molebila et al., (2020), penggunaan asal isolat yang berbeda dapat menjaga sifat pengendali hayati yang cenderung spesifik pada lokasi atau inang tertentu. Karakteristik spesifik isolat sangat berhubungan dengan inang dan lokasi pengambilan isolat. Pengendalian hayati bersifat spesifik lokal, yaitu mikroorganisme antagonis yang terdapat di suatu daerah hanya akan memberikan hasil yang baik di daerah asalnya.

Upaya untuk memperbanyak *Trichoderma* spp. agar dapat dimanfaatkan

sebagai agen pengendali hayati secara optimal dalam pengendalian penyakit tanaman memerlukan metode perbanyakan massal yang efektif. Teknik inokulasi sangat berpengaruh terhadap keberhasilan pertumbuhan koloni dan produksi konidia *Trichoderma*. Menurut Muliani & Rafika (2022), metode penanaman atau inokulasi mikroba memerlukan faktor nutrisi dan kebutuhan oksigen (gas, oksigen, atau udara) harus dipertimbangkan. Metode pertumbuhan mikroba anaerob berbeda dari metode pertumbuhan mikroba aerob. Untuk mengisolasi mikroba, perlu diketahui cara menanam dan menumbuhkan mikroba pada medium biakan dan syarat pertumbuhan lainnya. Untuk mencapai ini, mikroba dipisahkan dari lingkungannya di alam dan ditanam sebagai biakan murni dalam medium buatan. (Najmah et al., 2024) menyampaikan bahwa metode inokulasi untuk memperbanyak mikroba secara massal dapat dilakukan dengan metode tebar (*spread*) dan tusuk (*stab*). Metode tebar memiliki keuntungan dalam hal penggunaan medium yang lebih sedikit, prinsip kerja yang sederhana, dan distribusi mikroorganisme yang merata. Sementara itu, metode tusuk cenderung lebih hemat biaya dan waktu.

Pemilihan media untuk perbanyakan *Trichoderma* spp. juga sangat penting. Salah satu alternatif media yang dapat digunakan adalah tongkol jagung, yang merupakan limbah lignoselulosa dari industri pertanian. Di Indonesia, produksi jagung terus meningkat, dan dengan meningkatnya produksi jagung, jumlah tongkol jagung yang dihasilkan juga signifikan, sekitar 40% dari total produksi jagung. Biasanya, tongkol jagung dibuang atau digunakan sebagai pakan ternak, tetapi ternyata tongkol jagung mengandung lignoselulosa yang dibutuhkan untuk pertumbuhan jamur. Oleh karena itu, tongkol jagung dapat dimanfaatkan sebagai media perbanyakan *Trichoderma*

spp., sehingga tidak hanya mengurangi limbah, tetapi juga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dalam pertanian (Purnomo & Nawfa, 2016). Nutrisi media dengan banyak karbohidrat akan mendorong pertumbuhan cendawan. Menurut Suanda (2019), kandungan nutrisi jagung dapat digunakan sebagai bahan makanan atau sumber energi untuk mendukung pertumbuhan mikroorganisme. Jagung juga memiliki komposisi kimia yang terdiri dari 15,5% air, 0,75% nitrogen, 4,37% abu, 1,64% K₂O, 0,05% Na₂O, dan 0,49% CaO.

Pengembangan metode inokulasi untuk memperbanyak beberapa isolat *Trichoderma* spp. dengan pemanfaatan limbah jagung diharapkan dapat dikaji metode yang lebih efektif dalam meningkatkan produksi dan efisiensi agens hayati. Hal ini sangat penting untuk mengembangkan strategi pengendalian penyakit tanaman yang lebih ramah lingkungan serta meningkatkan produktivitas pertanian secara berkelanjutan.

METODOLOGI

Riset dilakukan pada bulan Juni sampai November 2024 di Laboratorium Perlindungan Tanaman Politeknik Negeri Jember. Alat yang digunakan meliputi autoklaf, cawan petri, mikroskop, lampu bunsen, jarum ose, tabung reaksi, *laminar air flow*, *beaker glass*, *erlenmeyer*, timbangan analitik, kompor gas, panci, gelas ukur, *haemocytometer*, kaca preparat, *hand counter*, *hot plate*, *magnetic stirrer*, *hand sprayer*, box inkubasi dan *showcase*. Bahan yang digunakan meliputi isolat *Trichoderma* spp., tongkol jagung BISI, PDA, chloramphenicol, spirtus, plastik tahan panas, aquades, kertas label, aluminium foil, kapas, plastik wrap, alkohol, tissue, korek api, lysol dan sabun cuci.

Riset menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang

diulang sebanyak 3 kali (Sastrosupadi, 2020). Faktor pertama yaitu asal isolat *Trichoderma* spp. (T), terdiri dari 4 taraf meliputi T1= isolat *Trichoderma* koleksi Laboratorium Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia yang diisolasi dari tanah kebun kopi; T2 = isolat *Trichoderma* koleksi Laboratorium PHPT Pangan dan Holtikultura Tanggul Jember yang diisolasi dari perakaran tanaman kedelai; T3 = isolat *Trichoderma* koleksi Laboratorium Pusat Penelitian Sukosari PG. Jatiroto Lumajang yang diisolasi dari perakaran tanaman kedelai; T4 = isolat *Trichoderma* koleksi Laboratorium BBPTP Jombang yang diisolasi dari perakaran tanaman tebu. Faktor kedua adalah metode inokulasi (M) *Trichoderma* spp., terdiri dari 2 taraf meliputi M1 = metode sebar (*spread*) dan M2 = metode tusuk (*stab*).

Tahapan pelaksanaan diawali dengan sterilisasi ruang dengan cara melarutkan lysol 10% dengan air untuk mengepel lantai. Membersihkan LAF dengan menggunakan alkohol 70%. Sterilisasi alat dimulai dengan cara mencuci botol dan alat tanam menggunakan sabun cuci kemudian membilas dengan air mengalir dan meniriskan. Memasukkan ke dalam autoklaf pada suhu 121^o C selama 30 menit kemudian meletakkan pada lemari penyimpanan (ATCC, 2023).

Pembuatan media PDA dengan menimbang PDA sebanyak 19,5 gr dan menambahkan dengan aquadest 500 ml serta memasukan *magnetic stirrer* kedalam *erlenmeyer*, kemudian meletakkan *erlenmeyer* diatas *hot plate* dengan suhu 75°C hingga larutan homogen kemudian media PDA disterilkan di dalam autoklaf pada suhu 121 °C selama 30 menit. Inokulasi isolat *Trichoderma* kedalam media PDA dengan menambahkan chloramphenicol 250 mg kedalam larutan media secara aseptis di dalam *laminar air flow*. Menuangkan media PDA ke dalam tabung reaksi sebanyak 10 ml dan

dibiarkan hingga memadat. Melakukan inokulasi isolat *Trichoderma* spp. dengan menggunakan jarum ose untuk mengambil inokulum. Menyimpan isolat hasil perbanyakan pada media PDA dalam *showcase* dengan suhu 24-25^oC dengan kelembababan 70-80% sebelum di inokulasikan ke media perlakuan (Erawati et al., 2024).

Tahapan pembuatan media perbanyakan tongkol jagung dimulai dengan mencuci tongkol jagung, kemudian melakukan perendaman tongkol jagung ke dalam baskom berisi air panas selama 15 menit. Mengukus tongkol jagung selama 30 menit kemudian ditiriskan hingga dingin. Memasukkan media tongkol jagung ke dalam plastik tahan panas sebanyak 200gr, kemudian ikat menggunakan benang. Melakukan sterilisasi media perbanyakan tongkol jagung di dalam autoklaf selama 30 menit dengan suhu 121°C. (Laboratorium PHPT Pangan dan Holtikultura Tanggul Jember, 2023)

Inokulasi isolat *Trichoderma* spp. dengan metode sebar (*spread*) yaitu mengambil 10 gr sampel isolat untuk dilakukan pengenceran. Melarutkan sampel isolat dalam 90 ml air steril, kemudian mendinginkan selama 5 menit. Memipet 5 ml isolat yang telah di larutkan kemudian di inokulasikan pada media tongkol jagung secara aseptis didalam LAF. Inokulasi isolat *Trichoderma* spp. dengan metode tusuk (*stab*) yaitu menginokulasikan isolat *Trichoderma* spp. dengan jarum ose kedalam media tongkol jagung secara aseptis. Memberi label dan menginkubasi hasil inokulasi selama periode inkubasi 42 hari.

Pengamatan terhadap parameter: a) pertumbuhan *Trichoderma* spp. (%) dengan mengamati permukaan media perbanyakan yang ditandai dengan penutupan pertumbuhan koloni masing - masing isolat; b) ciri fisik *Trichoderma* spp. (deskriptif) dengan mengamati ciri

fisik makroskopis dan ciri fisik mikroskopis; c) kerapatan konidia *Trichoderma* spp. (10^9 konidia/ml) dengan menggunakan *haemocytometer* melalui perhitungan kerapatan konidia dengan rumus

$$\text{Kerapatan konidia} = \frac{t \times d}{n \times 0,25 \times 10^{-6}}$$

Keterangan : t : jumlah kotak yang berisi konidia d : faktor pengenceran n : jumlah kotak yang diamati

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter pengamatan riset meliputi pertumbuhan, ciri fisik secara makroskopis serta mikroskopis, dan kerapatan konidia *Trichoderma* spp. hasil perbanyakan massal menggunakan media

tongkol jagung. Parameter pengamatan pertumbuhan dan kerapatan konidia *Trichoderma* spp. dilakukan analisis uji F, apabila menunjukkan hasil signifikan atau berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut Tukey 1% atau 5%.

Tabel 1. Rangkuman Nilai F Hitung Pertumbuhan Beberapa Isolat *Trichoderma* spp. Melalui Pengembangan Metode Inokulasi Pada Media Tongkol Jagung.

Table 1. Summary Of Growth F-Value Of Several *Trichoderma* spp. Isolates Through The Development Of An Inoculation Method On Corn Cob Media

Parameter Pertumbuhan	Nilai F Hitung F-Value		
	Faktor Isolat <i>Isolate Factor</i>	Faktor Metode <i>Method Factor</i>	Faktor Isolat dan Metode <i>Isolate and Method Factor</i>
<i>Parameters of Growth</i>			
7 hsi	11.93 **	12.01 **	5.13 *
14 hsi	12.91 **	32.58 **	11.88 **
21 hsi	12.72 **	30.68 **	11.75 **
28 hsi	9.17 **	23.09 **	8.25 **
35 hsi	8.38 **	21.52 **	7.54 **
42 hsi	6.24 **	17.27 **	5.82 **
Nilai F Tabel (<i>F-Table</i>)			
0.05	3.24	4.49	3.24
0.01	5.29	8.53	5.29

Keterangan: hsi = hari setelah inokulasi; * = berbeda nyata; ** = berbeda sangat nyata

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa terjadi interaksi antara asal isolat *Trichoderma* spp. dengan metode inokulasi terhadap pertumbuhan koloni yang diperbanyak secara massal pada media tongkol jagung di setiap

minggu pertumbuhan koloni isolat *Trichoderma* spp. Nilai F hitung juga lebih besar dibandingkan dengan nilai F tabel pada faktor tunggal isolat dan faktor tunggal metode terhadap pertumbuhan koloni *Trichoderma* spp.

Tabel 2. Rangkuman Nilai F Hitung Kerapatan Konidia Beberapa Isolat *Trichoderma* Spp. Melalui Pengembangan Metode Inokulasi Pada Media Tongkol Jagung

Table 2. Summary Of *Conidia* Density F-Value Of Several *Trichoderma* spp. Isolates Through The Development Of An Inoculation Method On Corn Cob Media

Parameter Kerapatan Konidia	Nilai F Hitung F-Value		
	Faktor Isolat <i>Isolate Factor</i>	Faktor Metode <i>Method Factor</i>	Faktor Isolat dan Metode <i>Isolate and Method Factors</i>
<i>Conidia</i> Density			
7 hsi	4.08 *	3.89 ns	1.25 ns
14 hsi	5.74 **	13.25 **	0.06 ns
21 hsi	7.90 **	6.34 *	0.28 ns
28 hsi	0.52 ns	0.90 ns	0.80 ns
35 hsi	3.42 *	7.50 *	1.17 ns
42 hsi	2.32 ns	8.10 *	1.22 ns
Nilai F Tabel (F-Table)			
0.05	3.24	4.49	3.24
0.01	5.29	8.53	5.29

Keterangan: hsi = hari setelah inokulasi; * = berbeda nyata; ** = berbeda sangat nyata; ns = tidak berbeda

Tabel 2 memperlihatkan tidak terdapat interaksi antara faktor asal isolat dan metode inokulasi terhadap kerapatan konidia tetapi faktor isolat pada pengamatan hari ke 7, 14, 21 dan 35 setelah inokulasi menunjukkan perbedaan kemampuan dalam membentuk konidia. Demikian pula dengan faktor metode inokulasi memberikan pengaruh nyata terhadap kerapatan konidia *Trichoderma* spp. pada 14, 21, 35 dan 42 hari setelah inokulasi menggunakan media perbanyak tongkol jagung.

Pertumbuhan Koloni *Trichoderma* spp.

Interaksi antara asal isolat dengan metode inokulasi pada 7 sampai 42 hsi menunjukkan berpengaruh nyata dan sangat nyata sehingga setiap asal isolat berinteraksi dengan metode inokulasi mempengaruhi pertumbuhan koloni *Trichoderma* spp. Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa nilai F hitung pada perlakuan kombinasi faktor isolat dan faktor metode lebih besar dibandingkan dengan nilai F tabel 1% pada pengamatan ke 14 – 42 hsi menunjukkan terdapat keterkaitan antara kedua faktor yang sangat mempengaruhi pertumbuhan koloni *Trichoderma* spp.

Tabel 3. Rerata Pertumbuhan Koloni *Trichoderma* spp. Pada Interaksi Asal Isolat dan Metode Inokulasi Perbanyakkan Dengan Media Tongkol Jagung.

Table 3. Average Growth of *Trichoderma* spp. Colonies on the Interaction of Isolate and Inoculation Method of Propagation with Corn Cob Media

Perlakuan <i>Treatment</i>	Rerata Pertumbuhan Koloni <i>Trichoderma</i> spp. (%)					
	Average Growth of <i>Trichoderma</i> spp. (%)					
	7 hsi*	14 hsi**	21 hsi**	28 hsi**	35 hsi**	42 hsi**
	7 dai	14 dai	21 dai	28 dai	35 dai	42 dai
T1M1	38.3a	60.0ab	65.0ab	65.0ab	66.7ab	68.7ab
T1M2	60.0ab	87.3b	93.3b	94.0b	95.0b	95.0b
T2M1	22.7a	24.3a	25.0a	34.3a	36.0a	41.7a
T2M2	81.7b	97.3b	98.0b	98.0b	98.0b	99.0b
T3M1	83.3b	93.3b	95.0b	96.0b	96.0b	96.0b
T3M2	86.7b	97.0b	99.0b	99.0b	99.3b	99.3b
T4M1	88.3b	93.3b	97.0b	97.0b	97.0b	97.0b
T4M2	87.7b	97.3b	98.7b	98.7b	98.7b	99.0b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dinyatakan tidak berbeda nyata atau signifikan pada uji lanjut Tukey taraf 5% (*) atau 1% (**).

Note: Numbers followed by the same letter are not significantly different based on Tukey's test at 5% (*) and 1% (**) error level

T1M1 = *Trichoderma* Isolat Puslitkoka Jember Metode Sebar; T1M2 = *Trichoderma* Isolat Puslitkoka Jember Metode Tusuk; T2M1 = *Trichoderma* Isolat Laboratorium PHPT Tanggul Jember Metode Sebar; T2M2 = *Trichoderma* Isolat Laboratorium PHPT Tanggul Jember Metode Tusuk; T3M1 = *Trichoderma* Isolat Laboratorium Puslit Sukosari Lumajang Metode Sebar; T3M2 = *Trichoderma* Isolat Laboratorium Puslit Sukosari Lumajang Metode Tusuk; T4M1 = *Trichoderma* Isolat Laboratorium BBPTP Jombang Metode Sebar; T4M2 = *Trichoderma* Isolat Laboratorium BBPTP Jombang Metode Tusuk; hsi = hari setelah inokulasi; dai = days after inoculation

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa isolat *Trichoderma* 1 yang diisolasi dari tanah kebun kopi Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia dan *Trichoderma* 2 yang diisolasi dari perakaran tanaman kedelai Laboratorium PHTP Pangan dan Holtikultura Tanggul Jember dengan metode inokulasi sebar memiliki rerata pertumbuhan yang lebih rendah berkisar 22.67% sampai 38.33% dari pada perlakuan lain. Rendahnya rerata ini diduga terjadi faktor asal isolat membutuhkan waktu yang lebih lama terhadap metode inokulasi sebar.

Interaksi asal isolat *Trichoderma* 2, 3, 4 dan metode inokulasi sebar serta tusuk memiliki rerata pertumbuhan koloni yang sama pada setiap minggu. Setiap perlakuan dengan metode sebar diberikan suspensi sebanyak 5 ml dari hasil pengenceran suspensi, tetapi pada metode sebar untuk asal isolat *Trichoderma* 2 memerlukan volume suspensi lebih banyak untuk

mengoptimalkan pertumbuhannya. *Trichoderma* 2 berasal dari isolasi perakaran kedelai Laboratorium PHTP Pangan dan Holtikultura Tanggul Jember sama dengan *Trichoderma* 3 yang diisolasi dari perakaran tanaman kedelai Laboratorium Pusat Penelitian Sukosari Lumajang, tetapi kedua isolat tersebut berasal dari lokasi yang berbeda. Perbedaan asal isolat dapat mempengaruhi kemampuan pertumbuhan koloni karena diisolasi dari lokasi yang berbeda. Hal ini sesuai dengan pendapat Thuy et al. (2022) bahwa isolasi *Trichoderma* pada sampel tanah yang berbeda di Vietnam juga memperlihatkan perbedaan pertumbuhan koloni. Isolat *Trichoderma* spp. yang diisolasi dari lokasi yang berbeda-beda kemungkinan besar terdapat perbedaan karakteristik pertumbuhan dari masing-masing asal isolat di masing-masing lokasi tersebut. Dimana asal isolat menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi perbedaan

pertumbuhan *Trichoderma* spp. meskipun dari perakaran rizofe tanaman yang sejenis (Rahmadani dkk., 2021). Pengembangan metode inokulasi yang tepat juga dapat mengoptimalkan pertumbuhan *Trichoderma* spp. pada media tongkol jagung.

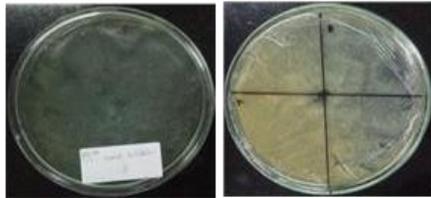
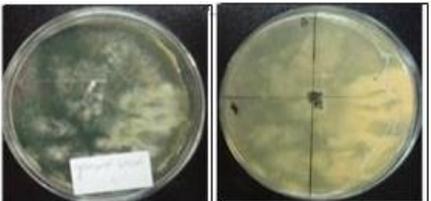
Ciri Fisik *Trichoderma* spp.

Parameter pengamatan ciri fisik makroskopis meliputi warna konidia, bentuk, elevasi, tepi dan diameter koloni. Sedangkan pengamatan yang diamati pada

ciri fisik mikroskopis meliputi karakteristik konidia, kondiofor dan fialid. Morfologi koloni dapat bervariasi antar isolat dalam suatu spesies karena perbedaan ciri fisik. Mengidentifikasi morfologi koloni dapat diamati melalui karakteristik warna, bentuk, elevasi, tepi, permukaan, dan tekstur koloni (ATTC, 2023). Rangkuman hasil pengamatan ciri fisik makroskopis dan mikroskopis masing – masing isolat *Trichoderma* spp. dijabarkan secara deskriptif.

Tabel 4. Ciri Fisik Makroskopis Beberapa Isolat *Trichoderma* spp. Umur 14 hsi

Table 4. Macroscopic Physical Characteristics of 14-Day-Old *Trichoderma* spp. Isolates

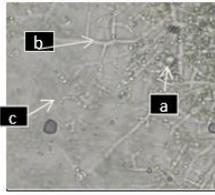
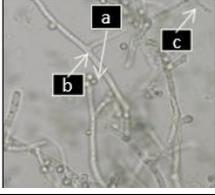
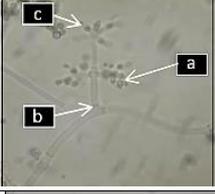
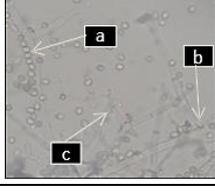
Isolat <i>Isolates</i>	Gambar <i>Figures</i>	Deskripsi <i>Description</i>
Isolat <i>Trichoderma</i> 1 Laboratorium Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia Jember.		Ciri permukaan koloni atas cawan petri berwarna hijau tua dan dibalik cawan petri berwarna kekuningan dengan diameter 9 cm, memiliki karakteristik koloni berbentuk irregular, elevasi raised, dan tepi undulate.
Isolat <i>Trichoderma</i> 2 Laboratorium PHPT Tanggul Jember		Ciri permukaan koloni atas cawan petri berwarna hijau tua dan dibalik cawan petri berwarna kekuningan dengan diameter 9 cm, memiliki karakteristik koloni berbentuk circular, elevasi raised, dan tepi entire.
Isolat <i>Trichoderma</i> 3 Laboratorium Pusat Penelitian Sukosari Lumajang		Ciri permukaan koloni atas cawan petri berwarna hijau tua, hifa putih dan dibalik cawan petri berwarna kekuningan dengan diameter 9 cm, memiliki karakteristik koloni berbentuk circular, elevasi convex, dan tepi filamentous.
Isolat <i>Trichoderma</i> 4 Laboratorium BBPTP Jombang.		Ciri permukaan koloni atas cawan petri konidia berwarna hijau tua, hifa putih dan dibalik cawan petri berwarna kuning dengan diameter 9 cm, memiliki karakteristik koloni berbentuk circular, elevasi umbonate, dan tepi entire.

Tabel 4 memperlihatkan ciri morfologi koloni dari *Trichoderma* yang diisolasi dari beberapa wilayah. Secara umum, pertumbuhan koloni mencapai diameter 9 cm pada 14 hari setelah inokulasi dengan konidia yang telah terbentuk sehingga permukaan atas koloni berwarna hijau dan bagian bawah cawan petri berwarna kekuningan. Meskipun demikian, terdapat perbedaan karakteristik koloni yaitu bentuk *circular* (bulat) dan bentuk *irreguler* (tidak beraturan); elevasi *raised* (datar bertekstur/timbul), *convex* (melengkung) dan *umbonate* (cembung) serta tepi koloni *undulate* (bergelombang), *entire* (rata) dan *filamentous* (berfilamen). Karakteristik koloni beberapa isolat *Trichoderma* dalam hal bentuk, elevasi dan tepi koloni yang beragam sesuai dengan pendapat Molebila et al., (2020) yang menyatakan bahwa karakteristik isolat sangat berhubungan dengan inang dan lokasi pengambilan isolat. Isolat lokal

dengan karakteristik spesifik berpotensi sebagai agens hayati.

Warna kuning yang terbentuk didasar koloni *Trichoderma* merupakan metabolit sekunder yang dihasilkan oleh *Trichoderma* dan dapat berperan sebagai toksin bagi cendawan patogen. Semakin pekat warna pigmen kuning yang terbentuk, maka semakin tinggi juga toksin yang dihasilkan. Hal ini didukung oleh Derntl et al., (2017) yang menyatakan bahwa Sorbicillinoids adalah kelompok metabolit sekunder berwarna kuning yang diproduksi oleh berbagai ascomycota, termasuk *Trichoderma*. Lebih lanjut Jumadi & Caronge (2021) menyampaikan bahwa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh *Trichoderma* spp. sebagai agen pengendali hayati berperan sebagai agensia pengangkut logam, agensia simbiosis, penghasil hormon, efektor pembeda, serta toksin bagi pesaing dan molekul lain.

Tabel 5. Ciri Fisik Mikroskopis Beberapa Isolat *Trichoderma* spp. Umur 35 hsi
Table 5. Microscopic Physical Characteristics of 35-Day-Old *Trichoderma* spp. Isolates

Isolat <i>Isolates</i>	Gambar <i>Figures</i>	Deskripsi <i>Description</i>
Trichoderma 1 Laboratorium Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia Jember.		Ciri fisik mikroskopis menunjukkan konidia berwarna hijau dan bentuk konidia bulat (a), memiliki konidiofor dan hifa bersekat dan bercabang (b), serta fialid pendek dan tebal (c).
Trichoderma 2 Laboratorium PHPT Tanggul Jember		Ciri fisik mikroskopis menunjukkan konidia berwarna hijau dan bentuk konidia bulat (a), memiliki konidiofor dan hifa bersekat dan bercabang (b), serta fialid pendek dan tebal (c)
Trichoderma 3 Laboratorium Pusat Penelitian Sukosari Lumajang		Ciri fisik mikroskopis konidia berwarna hijau dan memiliki bentuk konidia bulat (a), memiliki konidiofor dan hifa bersekat dan bercabang (b), serta memiliki fialid pendek dan tebal (c)
Trichoderma 4 Laboratorium BBPTP Jombang.		Ciri fisik mikroskopis menunjukkan konidia hijau dan bentuk konidia bulat (a), memiliki konidiofor dan hifa bersekat dan bercabang (b), serta memiliki fialid pendek dan tebal (c)

Ciri fisik mikroskopis beberapa isolat *Trichoderma* spp. umur 35 hari setelah inokulasi pada Tabel 5 menunjukkan bahwa bentuk konidia bulat dan konidiofor relatif sama dengan hifa bersekat dan bercabang, serta memiliki fialid yang pendek dan tebal. Perbedaan asal isolat tidak memberikan keragaman ciri mikroskopis. Sesuai dengan pernyataan Muliani & Rafika (2022) bahwa cendawan *Trichoderma* spp. terdiri dari hifa bersekat berukuran 1,5–12 µm dan percabangan hifa membentuk sudut siku pada cabang utama. Konidium memiliki dinding yang halus dan berukuran bulat (2,8- 3,2) x (2,5-2,8) µm. Bentuknya agak bulat sampai bulat telur

pendek. Konidiofor bercabang mendukung fialid, yang berjumlah 3 atau lebih secara bergerombol.

Kerapatan Konidia *Trichoderma* spp.

Hasil analisis sidik ragam pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa nilai F hitung lebih kecil daripada nilai F tabel pada kombinasi faktor isolat dan faktor metode. Hal ini berarti tidak terdapat interaksi antara faktor asal isolat *Trichoderma* spp. dengan metode inokulasi tetapi secara tunggal masing masing faktor asal isolat dan faktor metode inokulasi berpengaruh terhadap kerapatan konidia *Trichoderma* spp.

Tabel 6. Rerata Kerapatan Konidia Beberapa Isolat *Trichoderma* spp. Hasil Perbanyakan Massal Pada Media Tongkol Jagung.

Table 6. Average Conidia Density of Several *Trichoderma* spp. Isolates Resulting from Mass Propagation on Corn Cob Media.

Isolat <i>Isolates</i>	Rerata Kerapatan Konidia (10^9 konidia/ml) <i>Average Conidia Density (10^9 conidia/ml)</i>			
	7 hsi* <i>7dai</i>	14 hsi** <i>14 dai</i>	21 hsi** <i>21 dai</i>	35 hsi* <i>35 dai</i>
T1	0.46c	1.74b	1.44c	1.45c
T2	0.19a	0.47a	0.47a	0.54a
T3	0.34b	0.66a	0.81b	0.58a
T4	0.20a	0.68a	0.52ab	0.93b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dinyatakan tidak berbeda nyata atau signifikan pada uji lanjut Tukey taraf 5% (*) atau 1% (**).

Note: Numbers followed by the same letter are not significantly different based on Tukey's test at 5% (*) and 1% (**) error level

Trichoderma 1 = Isolat Puslitkoka Jember; Trichoderma 2 = Isolat Laboratorium PHPT Tanggul Jember; Trichoderma 3 = Isolat Laboratorium Puslit Sukosari Lumajang; Trichoderma 4 = Isolat Laboratorium BBPTP Jombang; hsi = hari setelah inokulasi; dai = days after inoculation.

Hasil uji Tukey pada Tabel 6 memperlihatkan bahwa faktor isolat *Trichoderma* spp. berpengaruh terhadap rata-rata kerapatan konidia hasil perbanyakan massal pada media tongkol jagung dengan kerapatan konidia tertinggi pada isolat *Trichoderma* 1 pada 7, 14, 21 dan 35 hari setelah inokulasi. Hasil ini memberikan informasi bahwa tongkol jagung dapat digunakan sebagai media perbanyakan *Trichoderma* spp. sekaligus pemanfaatan limbah jagung. *Trichoderma* 1 berasal dari hasil isolasi tanah kebun kopi Laboratorium Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia dengan ketinggian 52.80 mdpl dan pelaksanaan riset dilaksanakan Laboratorium Perlindungan Tanaman Politeknik Negeri Jember dengan ketinggian 89.00 mdpl. Keberhasilan pertumbuhan dan produksi konidia *Trichoderma* juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Hal ini didukung oleh pendapat Gao (2016) yang menyatakan bahwa sporulasi jamur tergantung pada kondisi media, kebutuhan nutrisi termasuk karbon dan sumber nitrogen, serta faktor lingkungan. Berdasarkan hasil analisis kandungan media tongkol jagung yang digunakan menunjukkan kadar sukrosa sebesar 9,815% dan karbohidrat sebesar

16,641%. Hal ini mengindikasikan bahwa media tongkol jagung memiliki kandungan nutrisi yang cukup untuk mendukung pertumbuhan *Trichoderma* spp. Farida et al., (2022) juga berpendapat bahwa untuk membuat biofungisida dengan bahan aktif *Trichoderma* dibutuhkan suatu media yang dapat menjadi sumber nutrisi bagi *Trichoderma* untuk bertahan hidup.

Faktor asal isolat *Trichoderma* 2 yang diisolasi dari perakaran tanaman kedelai Laboratorium PHTP Pangan dan Holtikultura Tanggul Jember memiliki kerapatan konidia yang berbeda tidak nyata pada 14 dan 35 hari setelah inokulasi dengan *Trichoderma* 3 yang diisolasi dari perakaran tanaman kedelai Laboratorium Puslit Sukosari Lumajang. Meskipun asal isolatnya berasal dari lokasi yang berbeda, kedua isolat ini berasal dari tanah perakaran tanaman kedelai yang memiliki sifat atau karakteristik yang mirip dalam hal kemampuan untuk tumbuh dan menghasilkan konidia pada media tongkol jagung. Hal ini disebabkan oleh sifat *Trichoderma* spp. yang dapat membentuk simbiosis avirulen dengan tanaman inang, dimana simbiosis ini memungkinkan *Trichoderma* spp. memiliki karakteristik

yang serupa pada tanaman inang sejenis (Molebila et al., 2020).

Tabel 7. Rerata Kerapatan Konidia *Trichoderma* spp. Pada Perbedaan Metode Inokulasi Hasil Perbanyakan Massal Pada Media Tongkol Jagung.

Table 7. Average *Conidia* Density of *Trichoderma* spp. On Differences in Inoculation Methods of Mass Propagation Results on Corn Cob Media.

Metode Inokulasi <i>Inoculation Methods</i>	Rerata Kerapatan Konidia (10^9 konidia/ml) <i>Average Conidia Density (10^9 conidia/ml)</i>			
	14 hsi* <i>14 dai</i>	21 hsi* <i>21 dai</i>	35 hsi* <i>35 dai</i>	42 hsi* <i>42 dai</i>
Sebar	0.50a	0.62a	0.59a	0.38a
Tusuk	1.28b	1.00b	1.16b	1.26b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dinyatakan tidak berbeda nyata atau signifikan pada uji lanjut Tukey taraf 5% (*) atau 1% (**); hsi = hari setelah inokulasi; dai = days after inoculation.
Note: Numbers followed by the same letter are not significantly different based on Tukey's test at 5% (*) and 1% (**) error level

Berdasarkan Tabel 7 diketahui bahwa kerapatan konidia *Trichoderma* dipengaruhi oleh metode inokulasi. Metode inokulasi dengan cara tusuk menghasilkan kerapatan konidia yang lebih banyak dibanding metode sebar. Pengembangan metode inokulasi diperlukan agar dapat diketahui metode inokulasi yang paling tepat sehingga produksi konidia optimal pada perbanyakan *Trichoderma* dengan media tongkol jagung. Metode tusuk lebih sesuai dibanding metode sebar. Rendahnya rerata ini bisa terjadi karena faktor kekurangan dari metode inokulasi sebar, sehingga kurang efektif jika digunakan untuk perbanyakan *Trichoderma* spp. dengan media tongkol jagung.

Fluktuasi kerapatan konidia *Trichoderma* mengalami penurunan baik pada metode sebar maupun metode tusuk. Namun kerapatan konidia pada metode tusuk mengalami kenaikan lagi dengan rata-rata di atas 1×10^9 konidia/ml dari hari ke 7 sampai hari ke 42 setelah inokulasi. Oleh karena itu, metode tusuk merupakan metode inokulasi yang lebih sesuai untuk perbanyakan massal *Trichoderma* pada media tongkol jagung. Menurut Muliani & Rafika (2022), metode penanaman atau inokulasi mikroba memerlukan faktor

nutrisi dan kebutuhan oksigen (gas, oksigen, atau udara) harus dipertimbangkan. Metode pertumbuhan mikroba anaerob berbeda dari metode pertumbuhan mikroba aerob. Untuk mengisolasi mikroba, perlu diketahui cara menanam dan menumbuhkan mikroba pada medium biakan dan syarat pertumbuhan lainnya.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) Asal isolat *Trichoderma* spp. yang diperbanyak secara massal pada media tongkol jagung berpengaruh terhadap produksi konidia *Trichoderma* spp. dengan kerapatan konidia tertinggi pada isolat *Trichoderma* yang diisolasi dari tanah kebun kopi Laboratorium Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia dengan nilai rata-rata 1.74×10^9 konidia/ml saat 14 hari setelah inokulasi; 2) Metode inokulasi *Trichoderma* spp. yang diperbanyak secara massal pada media tongkol jagung berpengaruh terhadap produksi konidia dengan kerapatan konidia tertinggi pada metode tusuk dengan 1.28×10^9 konidia/ml pada 14 hari setelah

inokulasi; 3) Interaksi antara isolat *Trichoderma* spp. dengan metode inokulasi yang diperbanyak secara massal pada media tongkol jagung tidak berpengaruh terhadap produksi konidia, tetapi berpengaruh terhadap pertumbuhan koloni *Trichoderma* spp. yang mencapai kisaran 69% - 99% saat 42 hari setelah inokulasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Berlian, I., Setyawan, B., & Hadi, H. (2013). Mekanisme Antagonisme *Trichoderma* spp. Terhadap Beberapa Patogen Tular Tanah. *Warta Perkaretan*, 32(2), 74.
- Derntl, C., Guzmán-Chávez, F., Mello-de-Sousa, T. M., Busse, H.-J., Driessen, A. J. M., Mach, R. L., & Mach-Aigner, A. R. (2017). In Vivo Study of the Sorbicillinoid Gene Cluster in *Trichoderma reesei*. *Frontiers in Microbiology*, 8.
- Erawati, D. N., Taufika, R., Fisdiana, U., & Humaida, S. (2024). Exposure of *Beauveria bassiana* from different sites to changes in behaviour and mortality of oil palm beetle larvae: *Oryctes rhinoceros*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1338(1), 012010.
- Farida, N., Sudiono, S., Aeny, T. N., Hidayat, K. F., & Suharjo, R. (2022). Pengaruh Kerapatan Spora *Trichoderma* sp. dan Konsentrasi Molase Terhadap Intensitas Penyakit Bulai dan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(1), 35.
- Gao, L. (2016). An improved method to optimize the culture conditions for biomass and sporulation of mycoparasitic fungus *Trichoderma viride* TV-1. *Journal of Yeast and Fungal Research*, 7(1), 1–6.
- Gusnawaty, H., Taufik, M., Triana, L., & Asniah, A. (2014). Karakterisasi Morfologis *Trichoderma* Spp. Indigenus Sulawesi Tenggara. *Jurnal Agroteknos*, 4(2), 244069.
- Jumadi, O., & Caronge, W. (2021). *Trichoderma* dan pemanfaatan. In Penerbit Jurusan Biologi Fmipa UNM Kampus UNM Parang tambung Jalan Malengkeri Raya. Makassar.
- Molebila, D. Y., Rosmana, A., & Tresnaputra, U. S. (2020). *Trichoderma* asal akar kopi dari Alor: Karakterisasi morfologi dan keefektifannya menghambat *Colletotrichum* Penyebab Penyakit Antraknosa secara in Vitro. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 16(2), 61–68.
- Muliani, Y., & Rafika, R. S. (2022). *Agensia Pengendali Hayati*. CV Jejak (Jejak Publisher).
- Najmah, N., Ridwan, A., Idayanti, T., Emelda, E., Dwijastuti, N. M. S., Setianingtyas, D., Putra, S. P., Kihariyani, D., Aini, A., & Parisihni, K. (2024). *Pengantar Mikrobiologi*. Eurika Media Aksara.
- Purnomo, A. S., & Nawfa, R. (2016). Pengaruh Tongkol Jagung sebagai Media Pertumbuhan Alternatif Jamur Tiram Putih (*Pleurotus Ostreatus*) terhadap Aktivitas Antimikroba. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 5(1), 15778.
- Sharma, S., Kour, D., Rana, K. L., Dhiman, A., Thakur, S., Thakur, P., Thakur, S., Thakur, N., Sudheer, S., Yadav, N., Yadav, A. N., Rastegari, A. A., & Singh, K. (2019). *Trichoderma: Biodiversity, Ecological Significances, and Industrial Applications* (pp. 85–120).
- Suanda, I. W. (2019). Pengaruh Pupuk *Trichoderma* Sp. dengan Media Tumbuh Berbeda Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Cabai Merah Besar (*Capsicum Frutescens* L.). *JURNAL WIDYA BIOLOGI*, 10(01), 1–12.

 Thuy, N.P., Nguyen, N.M., Nguyen, N.T., Nguyen, H. X. T., Vuong, T. P., and do, T.K. (2022). *Potential of Trichoderma spp. isolated in the rhizosphere to produce biofertilizer from organic materials*. Biodiversitas Journal of Biological Diversity. ISSN: 1412-033X (23)12.

 Wijaya, T. A., Pratiwi, S. H., & Arifin, A. Z. (2022). Respon Pertumbuhan dan Produksi Semangka Kuning

(*Citrullus lanatus*) Akibat Pemberian Trichoderma harzanium. *AGROSCRIPT: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 4(1), 1–7.

 Yao, X., Guo, H., Zhang, K., Zhao, M., Ruan, J., & Chen, J. (2023). Trichoderma and its role in biological control of plant fungal and nematode disease. *Frontiers in Microbiology*, 14.